

**EFFECTIVENESS OF LIME JUICE (*Citrus aurantifolia*)
A SUBSTITUTE OF VINEGAR AND AROMA OF NATA DE SOYA
QUALITY IN DEVELOPMENT MODULE CONTENT
BIOTECHNOLOGY CLASS XII HIGH SCHOOL**

Julia Riska*, Darmawati, dan Yustina

e-mail: juliariska97@yahoo.co.id; darmawati_msi@yahoo.com; hj_yustina@yahoo.com,
phone: +6281277743114

*Study Program of Biology, Faculty of Teacher Training and Education
University Of Riau*

Abstract: *This research aims to know the effectiveness of lime juice (*Citrus aurantifolia*) as a substitute for vinegar and flavor concentrates on the quality of nata de soya and develop learning modules nata de soya by administering lime juice (*Citrus aurantifolia*) on the matter of biotechnology high school class XII. This study consisted of two phases: the first making of Nata de Soya using the experimental method completely randomized design (CRD) consisting of 4 treatments and 3 replications. Parameters measured were thickness, fiber content, acidity (pH) and organoleptic test. The results obtained were analyzed by ANOVA and a further test DMRT at 5% level. The second phase is the phase of development of this learning module consists of three stages, namely Analysis, Design and Development. The results show that lime water provides significant effect on the thickness, fiber content, acidity (pH) and organoleptic test. The best treatment is the treatment concentration of lime juice 2% which resulted in the thickness of 0,93cm, crude fiber content of 1.98%, acidity (pH) of 4.42 and organoleptic texture, color, and the best level of preference. The results of the research development Learning Module on the subjects of biology biotechnology materials high school class XII is very valid.*

Key Words: *Lime Juice, Nata de Soya, Liquid Waste Tofu, Learning Module.*

EFEKTIVITAS AIR JERUK NIPIS (*Citrus aurantifolia*) SEBAGAI PENGGANTI CUKA DAN PEMBERI AROMA TERHADAP KUALITAS *NATA DE SOYA* DALAM PENGEMBANGAN MODUL MATERI BIOTEKNOLOGI SMA KELAS XII

Julia Riska*, Darmawati, dan Yustina

e-mail: juliariska97@yahoo.co.id; darmawati_msi@yahoo.com; hj_yustina@yahoo.com,
phone: +6282390386498

Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan ilmu Pendidikan
Universitas Riau

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas air jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) sebagai pengganti cuka dan pemberi aroma terhadap kualitas *nata de soya* dan mengembangkan modul pembelajaran *nata de soya* dengan pemberian air jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) pada materi bioteknologi SMA kelas XII. Penelitian ini terdiri atas 2 tahap yaitu tahap I pembuatan *Nata de Soya* menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas 4 perlakuan dan 3 ulangan. Parameter yang diamati adalah ketebalan, kadar serat kasar, Keasaman (pH) dan uji organoleptik. Hasil penelitian yang diperoleh kemudian dianalisis dengan ANAVA dan uji lanjut DMRT pada taraf 5%. Penelitian tahap II merupakan tahapan pengembangan modul pembelajaran ini terdiri dari tiga tahapan yaitu *Analysis*, *Design* dan *Development*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa air jeruk nipis memberikan pengaruh nyata terhadap ketebalan, kadar serat kasar, keasaman (pH) dan uji organoleptik. Perlakuan terbaik adalah pada perlakuan konsentrasi air jeruk nipis 2% yang menghasilkan ketebalan 0,93cm, kadar serat kasar 1,98%, keasaman (pH) 4,42 dan organoleptik tekstur, warna, dan tingkat kesukaan terbaik. Hasil dari penelitian pengembangan Modul Pembelajaran pada mata pelajaran Biologi materi bioteknologi kelas SMA XII adalah sangat valid.

Kata Kunci : Air Jeruk Nipis, *Nata de Soya*, Limbah Cair Tahu, Modul Pembelajaran.

PENDAHULUAN

Banyaknya permintaan produksi tahu (tofu) dimasyarakat mengakibatkan jumlah industri tahu di Indonesia saat ini mencapai 84.000 unit usaha dengan kapasitas produksi lebih dari 2.560.000 ton per tahun. Dampak dari proses pembuatan tahu ini menghasilkan limbah cair sebanyak 20.000.000 m³ per tahun dan merupakan jumlah yang tidak sedikit sehingga perlu mendapatkan penanganan yang tepat (Chandra Satya Pujiarga, dkk, 2015). Limbah cair tahu yang banyak ini dapat di manfaatkan menjadi produk pangan dengan penanganan yang tepat melalui proses bioteknologi menjadi nata yang disebut dengan *nata de soya*. Menurut Fithrin Choirun Nisa (2002) limbah cair tahu (*whey*) yang masih mengandung bahan organik melalui proses bioteknologi sederhana dengan bantuan mikrobial bakteri asam cuka (*Acetobacter xylinum*) untuk mendapatkan suatu produk baru berupa nata, yang dapat dikonsumsi dengan aman dan tidak mengurangi rasa estetika.

Terdapatnya permasalahan dari *nata de soya* yang dihasilkan dalam proses fermentasi dan pemanenan yaitu mempunyai aroma yang menyengat dan kurang sedap akibat aroma dari hasil fermentasi dan penggunaan asam cuka. Sehingga diperlukan pengolahan yang lebih lama dan perebusan yang berulang-ulang hingga aroma menyengat pada nata hilang. Dalam pengolahannya sering diberi pemanis dan essens berbagai aroma untuk menghilangkan aroma menyengat tersebut. Menurut Anhar Fajrien Iryandi, dkk (2014) pembuatan nata dengan penambahan asam cuka ini menimbulkan aroma menyengat yang kurang sedap, sehingga memerlukan tindakan lanjut pasca pemanenan nata yaitu dengan perendaman dan perebusan yang berulang-ulang.

Perlunya pengganti cuka dengan air jeruk nipis dalam pembuatan *nata de soya* karena hasil dari nata beraroma menyengat, kurang sedap. Kandungan asam pada air jeruk nipis lebih banyak dari kandungan jeruk lainnya dimana asam yang terkandung di dalam air jeruk nipis ini berfungsi sama seperti asam cuka. Menurut Anhar Fajrien Iryandi, dkk (2014). Jeruk nipis mempunyai kandungan asam sitrat terbanyak diantara jeruk yang lainnya yaitu 7%. Air jeruk nipis sebagai pengganti asam cuka biasa digunakan dalam pembuatan nata. Air jeruk nipis memiliki suasana asam dan aroma yang khas sehingga diharapkan nata yang dihasilkan akan memiliki aroma yang lebih khas dengan penanganan pasca panen yang lebih praktis.

Nata de soya ini merupakan produk dari cabang ilmu biologi yaitu bioteknologi konvensional dalam bidang pangan. Didalam silabus pendidikan kelas XII SMA terdapat Kompetensi Dasar yang berkenaan dengan Bioteknologi dan untuk dapat mencapai Kompetensi Dasar tersebut salah satu elemen yang berperan penting yaitu sumber belajar. Sumber belajar dibutuhkan dalam mendukung kegiatan belajar untuk mencapai tujuan pembelajaran. Bahan ajar merupakan bagian dari sumber belajar dimana bahan ajar adalah segala bentuk bahan yang digunakan untuk membantu guru atau instruktur dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar. Salah satu contoh dari bahan ajar yaitu Modul Pembelajaran.

Proses pembelajaran disekolah media yang sering digunakan oleh guru adalah power point dan bahan ajar yang digunakan masih bersumber dari buku-buku teks, peserta didik masih berpatokan pada buku-buku mata pelajaran untuk SMA dan MA dengan materi Bioteknologi Konvensional yang terbatas, sedangkan untuk modul pembelajaran khususnya pada materi Bioteknologi Konvensional masih sedikit.

Sehingga bahan ajar berupa modul yang berfungsi sebagai bahan ajar alternatif selain buku teks, pengayaan pengetahuan, memperjelas materi dan memahami suatu konsep, panduan bagi guru dalam melaksanakan kegiatan mengajar kepada peserta didik, selain itu peserta didik juga dapat belajar secara mandiri dibutuhkan. Modul yang akan dikembangkan ini merupakan Modul Pembelajaran yang konteksnya bersumber dari hasil penelitian sehingga lebih bersifat ilmiah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas air jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) sebagai pengganti cuka dan pemberi aroma terhadap kualitas *nata de soya* dan mengembangkan modul pembelajaran *nata de soya* dengan pemberian air jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) pada materi bioteknologi SMA kelas XII.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium PMIPA Pendidikan biologi dan Analisis Nata di Laboratorium Analisis Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Riau. Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret sampai November 2016. Penelitian ini terdiri dari 2 tahap yaitu tahap pembuatan *nata de soya* dan tahap pengembangan Modul Pembelajaran. Tahap pembuatan *nata de soya* dengan metode eksperimen yang dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan konsentrasi air jeruk nipis (0%, 2%, 4% dan 6%) dan 3 ulangan sehingga diperoleh 12 rancangan percobaan.

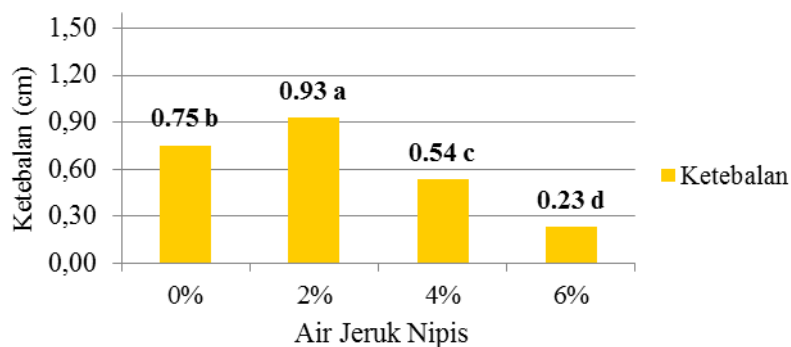
Parameter dalam penelitian ini meliputi ketebalan, kadar serat kasar, pH dan organoleptik *nata de soya* yang terdiri dari tekstur, warna, aroma, rasa dan tingkat kesukaan. Hasil penelitian diolah dengan perhitungan kuantitatif analisis varians (anava), jika terdapat beda nyata dilakukan uji lanjut DMRT pada taraf 5%. Analisis data untuk uji organoleptik hasil *nata de soya* secara deskriptif dengan menilai produk *nata de soya* pada 12 sampel dengan dinilai oleh 10 panelis.

Pengembangan Modul Pembelajaran dilakukan berdasarkan hasil riset yang diperoleh pada tahap pertama. Hasil penelitian tersebut disesuaikan dengan Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar yang telah ditetapkan pada kurikulum. Hasil penelitian tentang efektivitas air jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) sebagai pengganti cuka dan pemberi aroma terhadap kualitas *nata de soya* yang didapatkan dikembangkan menjadi sumber belajar berupa Modul Pembelajaran. Langkah pengembangan modul pembelajaran dilakukan menggunakan model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation* dan *Evaluation*) oleh Dick and Carry (2005). Pengembangan modul pembelajaran hanya dilakukan pada tahap *Analysis, Design* dan *Development*. Modul pembelajaran yang telah dikembangkan divalidasi oleh 4 validator yang mencakup 1 Dosen dibidang materi, 1 Dosen dibidang pendidikan dan 2 Guru Biologi SMA/MA dengan menggunakan lembar validasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ketebalan *Nata de Soya*

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil pengukuran terhadap ketebalan *nata de soya* dari limbah cair tapioka di laboratorium. Rerata hasil pengukuran terhadap ketebalan *nata de soya* dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar.1 Grafik Rata-Rata Ketebalan *Nata de Soya* dengan Pemberian Air Jeruk Nipis

Ketebalan pada *nata de soya* pada gambar 1 berkisar antara 0,23 cm – 0,93 cm. Perhitungan ANAVA berpengaruh terhadap ketebalan nata maka dilanjutkan dengan uji DMRT 5% yang didapatkan masing-masing perlakuan berbeda nyata terhadap pemberian air jeruk nipis. Hasil penelitian ketebalan tertinggi pada perlakuan konsentrasi air jeruk nipis 2% dihasilkan lembaran nata dengan ketebalan 0,93 cm. Faktor nutrisi merupakan faktor paling penting dalam pertumbuhan bakteri yang mempengaruhi ketebalan dan pembentukan nata pada penelitian sumber karbon dan nitrogen pada setiap perlakuan sama yang dibedakan adalah faktor keasaman atau pH yang disebabkan oleh pengaruh pemberian air jeruk nipis dengan konsentrasi yang berbeda pada pembuatan nata sehingga menyebabkan perbedaan hasil yang didapatkan dalam penelitian.

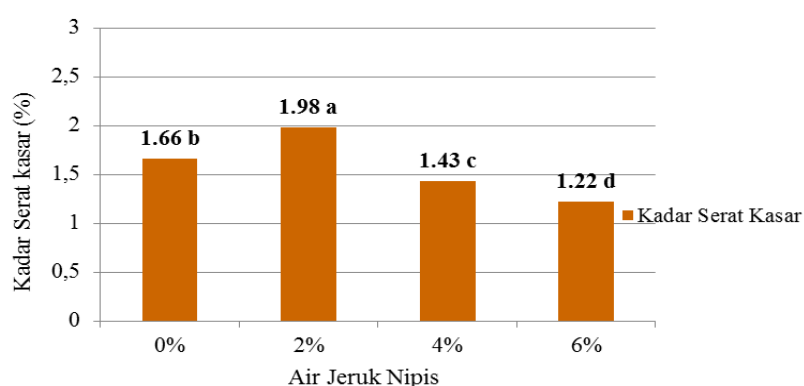
Perlakuan dengan pemberian konsentrasi air jeruk nipis 2% menyebabkan pH pada media nata 4,42 sudah optimum dalam pembentukan lembaran nata karena menyebabkan hasil ketebalan yang lebih tinggi dibandingkan dengan hasil perlakuan lain. Hal ini diperkuat dengan pernyataan Saragih (2004), *Acetobacter xylinum* merupakan bakteri aerob pembentuk nata yang hidup pada media asam. *Acetobacter xylinum* dapat hidup dan berkembang pada pH 3-5, namun perkembangbiakannya akan optimum pada pH 4.3.

Lembaran nata pada semua perlakuan termasuk kontrol (yang tidak diberi air jeruk nipis) dapat terbentuk karena faktor utama pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum* terpenuhi berupa sumber karbon dan sumber nitrogen. Bakteri tetap membutuhkan air jeruk nipis atau cuka untuk pH yang optimum karena ketika larutan media *nata de soya* tidak diberikan air jeruk nipis ketebalan yang terbentuk tidak optimum, dalam penelitian ini perlakuan kontrol dengan konsentrasi jeruk nipis 0% ketebalan nata yang terbentuk sebesar 0,75 cm.

Ketika penambahan konsentrasi air jeruk nipis 4% ketebalan pada nata menurun 0,54 cm dan semakin menurun pada konsentrasi jeruk nipis 6% sehingga menghasilkan ketebalan paling rendah dengan ketebalan 0,23 cm. Hal ini diperkuat oleh Anhar Fajrien Iryandi, *dkk* (2014) konsentrasi air jeruk nipis yang ditambahkan tinggi menyebabkan nilai pH larutan nata semakin rendah (semakin asam) sehingga proses pembentukan lapisan nata semakin rendah

Kadar Serat Kasar *Nata de Soya*

Serat pada nata terdiri dari 2 jenis yaitu serat larut yang larut air bersifat mengikat air dan serat tak larut berupa benang-benang selulosa yang disebut dengan serat kasar nata. Kadar serat kasar merupakan parameter yang dapat menentukan kualitas dari *nata de soya*. Berikut disajikan grafik hasil pengukuran kadar serat kasar *nata de soya* pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik Rata-Rata Kadar Serat Kasar dengan Pemberian Air Jeruk nipis

Kadar serat *nata de soya* pada gambar 2 berkisar antara 1,24% - 1,98%. Hasil kadar serat kasar berpengaruh pada perhitungan ANAVA maka dilakukan uji lanjut DMRT 5% hasil kadar serat kasar yang diperoleh masing-masing perlakuan menunjukkan beda nyata terhadap pemberian jeruk nipis. Konsentrasi air jeruk nipis 2% mempunyai kadar serat tertinggi 1,98%, tingginya kandungan kadar serat disebabkan nata yang terbentuk pada konsentrasi ini mempunyai ketebalan tertinggi sehingga sejalan dengan kandungan kadar serat kasar yang terbentuk. Persentase serat kasar yang tinggi dipengaruhi oleh aktivitas dari *Acetobacter xylinum* pada proses metabolisme glukosa menjadi selulosa. Hal ini dapat dilakukan apabila nutrisi yang tersedia pada medium cukup. Banyaknya mikroorganisme yang tumbuh pada suatu media dipengaruhi oleh nutrisi yang terkandung pada media (Anhar Fajrien Iryandi, *dkk*. 2014).

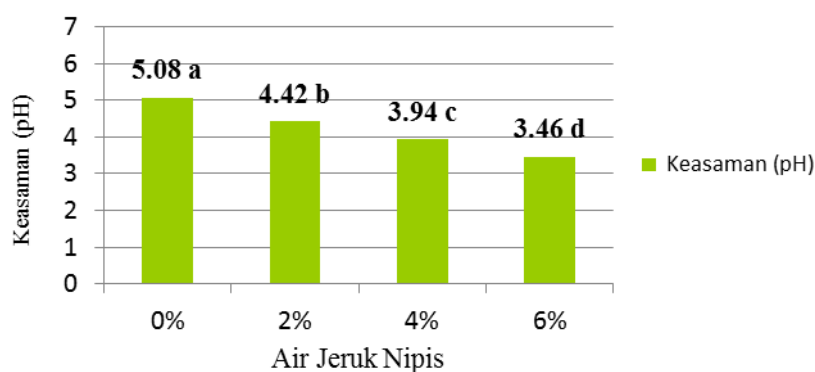
Proses pembentukan serat atau selulosa oleh bakteri *Acetobacter xylinum* merupakan suatu rangkaian proses biokimia. Mekanisme pembentukan selulosa bakteri nata. Glukosa melalui reaksi heksokinase menjadi glukosa-6-fosfat. Glukosa-6-fosfat diubah menjadi glukosa-1-fosfat oleh enzim fosfoglukomutase. Reaksi selanjutnya adalah pembentukan uridin difosfat glukosa (UDP-glukosa) yang merupakan hasil reaksi antara glukosa-1-fosfat dengan uridin trifosfat (UTP), oleh kerja enzim glukosa-1-fosfat uridiltransferase. Reaksi ini dialihkan menuju kekanan kerja oleh pirofosfatase, yang menghidrolisa pirofosfat (PPi) menjadi ortofosfat (Pi). UDP-glukosa adalah donor langsung residu glukosa didalam pembentukan enzimatis selulosa oleh kerja selulosa

sintase yang mengiatkan pemindahan residu glukosil dari UDP glukosa ke ujung non residu molekul selulosa (Lehninger. 1994 dalam Elga Malvianie, *dkk.* 2014).

Secara keseluruhan kadar serat *nata de soya* pada pemberian air jeruk nipis pada konsentrasi 0% - 6% dengan analisis kadar serat kasar 1,98% - 1,22% berada pada ketetapan atau kriteria Standar Nasional Indonesia SNI 01-4317-1996 kriteria kadar serat yang dihasilkan pada penelitian ini berada dibawah 4.5 %.

Keasaman (pH) *Nata de Soya*

Pengukuran Keasaman (pH) sangat penting karena merupakan salah satu faktor dalam pembentukan nata mempengaruhi pertumbuhan dan kerja enzim pada bakteri *Acetobacter xylinum* yang menentukan kualitas dari *nata de soya*. Keasaman (pH) *nata de soya* pada berkisar antara 3,46 – 5,08. Hasil perhitungan pH berpengaruh pada perhitungan ANAVA maka dilanjutkan DMRT 5% hasil masing-masing perlakuan menunjukkan beda nyata terhadap pemberian air jeruk nipis hasil pengukuran pH *nata de soya* dapat dilihat pada gambar 3



Gambar 3 Grafik Rata-Rata pH *Nata de Soya* dengan Pemberian Air Jeruk Nipis

Hasil rata-rata pH tertinggi diperoleh pada konsentrasi 0% yaitu sebesar 5,08 namun hasil nata yang dihasilkan berupa ketebalan dan kadar serat kasar tidak optimal. pH yang paling baik pada pemberian konsentrasi jeruk nipis 2% dengan nilai pH 4,42 karena pH ini merupakan pH optimum dalam pembuatan nata dan menyebabkan pengaruh baik dalam kualitas nata. Hasil nata dari perlakuan pemberian air jeruk nipis pada konsentrasi 2% dengan pH 4,42 mempunyai ketebalan tertinggi dan kadar serat kasar tertinggi. Penurunan kenaikan pH mempengaruhi hasil ketebalan dan kadar serat *nata de soya*. Menurut Elga Malvianie, *dkk.* (2014) bakteri bisa tumbuh pada kisaran pH 3,5–7,5, bakteri *Acetobacter xylinum* sangat cocok tumbuh pada suasana asam (pH 4,3).

Keasaman (pH) terendah pada konsentrasi air jeruk nipis 6% dengan pH larutan nata 3,46. Penurunan pH pada nata menyebabkan hasil dari lembaran nata tipis dan kadar serat kasar yang rendah. Hal ini disebabkan pengaruh penurunan pH pada penambahan konsentrasi air jeruk nipis. Semakin tinggi konsentrasi air jeruk nipis yang ditambahkan maka nilai ketebalan yang diperoleh semakin rendah. Hal ini disebabkan konsentrasi air jeruk nipis yang ditambahkan tinggi menyebabkan nilai pH larutan nata semakin rendah (semakin asam) sehingga proses pembentukan selulosa semakin rendah yang dikarenakan semakin jauhnya larutan dari pH optimum pembentukan nata.

Uji Organoleptik

Uji organoleptik terdiri dari uji mutu hedonik dan uji hedonik dengan melibatkan 10 orang panelis. Uji mutu hedonik bertujuan untuk mengetahui kualitas nata yang diuji terhadap tekstur, warna, aroma dan rasa. Berikut data hasil uji mutu hedonik dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Mutu Hedonik *Nata de Soya* Pemberian Air Jeruk Nipis Sebagai Penganti Cuka dan Penambah Aroma.

Perlakuan Air Jeruk Nipis	Parameter			
	Tekstur	Warna	Aroma	Rasa
K0 (0%)	3,87 _b (AL-AK)	4,07 _a (AP-P)	2,90 _c (M-KN)	4,87 _a (SA-H)
K1 (2%)	4,17 _a (AK-K)	4,43 _a (AP-P)	4,23 _b (AJN-JN)	4,63 _a (SA-H)
K2 (4%)	3,40 _b (AL-AK)	3,80 _b (PK-AP)	4,47 _a (AJN-JN)	4,23 _b (SA-H)
K3 (6%)	2,50 _c (L-AL)	3,43 _c (PK-AP)	4,63 _a (AJN-JN)	3,63 _c (AA-SA)

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 5%.

L (Lembek), AL (Agak Lembek), AK (Agak Kenyal), K (Kenyal), PK (Putih Kekuningan), AP (Agak Putih), P (Putih), M (Menyengat), KN (Khas Nata), AJN (Agak Khas Jeruk nipis), JN (Khas Jeruk Nipis), AA (Agak Asam), SA (Sedikit Asam), H (Hambar).

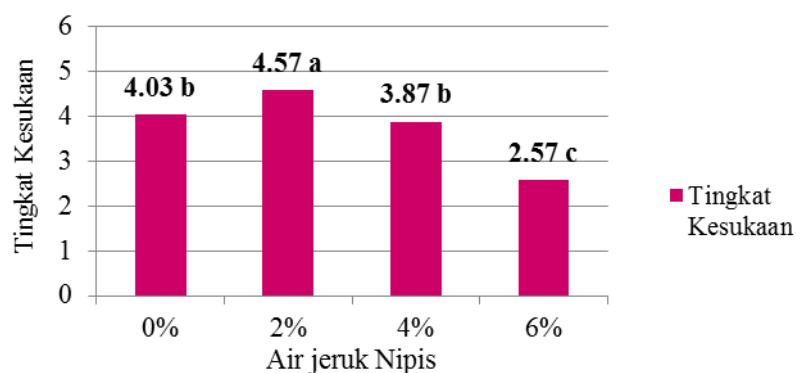
Tekstur pada nata sangat mempengaruhi kesukaan konsumen terhadap produk tersebut. Nata merupakan makanan yang mudah digigit dan baik untuk pencernaan, mempunyai tekstur lembek hingga kenyal. Tekstur *nata de soya* dapat dilihat pada tabel 1 tekstur tertinggi diperoleh pada pemberian konsentrasi air jeruk nipis 2% dengan penilaian panelis 4,17 (agak kenyal hingga kenyal). Kekenyalan tekstur nata dipengaruhi oleh kadar serat kasar nata, perlakuan dengan konsentrasi 2% mempunyai kadar serat kasar yang tinggi dan juga ketebalan yang tinggi dibandingkan yang lain. Menurut Elga Malvianie, dkk. (2014) kadar selulosa total yaitu terkait dengan kandungan serat karena berdasarkan sifat serat mempunyai struktur yang rapat dan saling berikatan apabila lapisan selulosa semakin rapat disimpulkan bahwa sampel tersebut memiliki serat yang banyak dan semakin kenyal.

Warna pada produk makanan merupakan salah satu faktor konsumen merasa tertarik atau tidak untuk memilih produk tersebut. Penilaian terhadap warna nata oleh panelis berdasarkan tabel 1 warna nata tertinggi diperoleh pada pemberian konsentrasi 2% dengan penilaian panelis 4,43 (agak putih hingga putih) disebabkan lembaran nata yang dihasilkan lebih tebal dari perlakuan yang lain sehingga warna nata tampak agak putih. Warna nata terendah pada konsentrasi air jeruk nipis 6% dengan penilaian panelis 3,43 (putih kekuningan hingga agak putih). Warna nata yang terbentuk pada penelitian berwarna putih kekuningan disebabkan oleh warna air limbah tahu (whey) yang pada umumnya berwarna agak kekuning-kuningan sehingga mempengaruhi warna nata yang terbentuk. Menurut Andra Tamimi, dkk. (2015) produk *nata de soya* warna yang digunakan asli tanpa ada penambahan warna apapun yang dihasilkan warna putih kekuning-kuningan hingga agak putih dikarenakan warna asli air tahu berwarna kekuning-kuningan tidak berwarna putih.

Aroma merupakan salah satu parameter yang menentukan rasa enak atau tidak dari suatu makanan. Konsumen akan menerima suatu bahan pangan jika mempunyai aroma yang baik. Berdasarkan hasil penilaian yang diberikan panelis dapat dilihat pada tabel 1 Aroma tertinggi diperoleh pada pemberian konsentrasi air jeruk nipis 6% dengan penilaian 4,63 (beraroma agak khas jeruk nipis hingga beraroma khas jeruk nipis). Pemberiaan air jeruk nipis mempengaruhi aroma nata yang dihasilkan dimana semakin tinggi konsentrasi jeruk nipis menyebabkan aroma menyengat dan kurang sedap pada nata hilang dan dihasilkan aroma khas jeruk nipis. Aroma terendah diperoleh pada konsentrasi 0% dengan nilai 2,90 (menyengat hingga khas nata). Aroma pada perlakuan konsentrasi 0% disebabkan perlakuan ini tidak diberikan air jeruk nipis atau cuka. Namun, dihasilkan dari proses fermentasi nata merupakan penyebab aroma menyengat juga. Menurut penelitian Anhar Fajrien Iryandi, *dkk.* (2014) penambahan asam cuka ini menimbulkan aroma asam yang kurang sedap.

Pemilihan suatu produk oleh konsumen selain melalui penilaian aroma dan warna adalah penilaian rasa. Rasa pada suatu produk menentukan produk itu disukai oleh konsumen atau tidak. Berdasarkan hasil penilaian panelis terhadap rasa *nata de soya* dapat dilihat pada tabel 1 Rasa tertinggi diperoleh pada konsentrasi air jeruk nipis 0% dengan penilaian panelis 4,87 (sedikit asam hingga hambar) karena tidak diberikan air jeruk nipis sehingga dengan perebusan rasa asam dari proses fermentasi nata hilang. rasa terendah oleh panelis pada konsentrasi air jeruk nipis 6% dengan penilaian 3,63 (agak asam hingga sedikit asam) karena pemberian air jeruk nipis yang lebih tinggi dari yang lain sehingga dengan perebusan tersebut rasa asam air jeruk nipis masih tersisa maka perlunya perebusan dan perendaman yang lebih lama dibandingkan yang lain. Sesuai dengan pernyataan Saragih (2004) bahwa setelah pemanenan nata perlu segera dilakukan perendaman dengan air tawar dan sering diganti hingga aroma menyengat dan rasa asam pada nata hilang dan setelah itu dilakukan perebusan hingga mendidih.

Setelah melakukan uji mutu hedonik, uji hedonik juga dilakukan. Uji hedonik dilakukan bertujuan untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap nata secara keseluruhan. Hasil uji hedonik *nata de soya* dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik Uji Hedonik *Nata De Soya* dengan Pemberian Air Jeruk Nipis

Berdasarkan uji hedonik *nata de soya* dapat dilihat pada gambar 4 penilaian panelis terhadap tingkat kesukaan terhadap *nata de soya*. Penilaian panelis terhadap kesukaan pada *nata de soya* tertinggi pada perlakuan konsentrasi air jeruk nipis 2% dengan penilaian panelis 4,57 (suka hingga sangat suka), dikarenakan hasil nata pada perlakuan ini memiliki tekstur kenyal, warna nata agak putih dan ketebalan lebih tinggi sehingga

lebih disukai dibandingkan yang lain. Secara keseluruhan rata-rata hasil penilaian panelis terhadap nata pada konsentrasi air jeruk nipis 0% dan 2% berkisar antara 4,03 - 4,57 (suka hingga sangat suka). Namun penilaian panelis terhadap nata pada konsentrasi 6% dan 4% berkisar antara 2,57 – 3,87 (sedang hingga suka).

Pengembangan Modul Pembelajaran

Hasil penelitian mengenai efektivitas air jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) sebagai pengganti cuka dan pemberi aroma terhadap kualitas *nata de soya* dapat dikembangkan menjadi Modul Pembelajaran pada mata pelajaran Biologi pokok bahasan Bioteknologi kelas XII SMA. Model pengembangan yang digunakan untuk mengintegrasikan hasil penelitian menjadi Modul Pembelajaran yaitu model pengembangan ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implementation dan Evaluation*) yang disederhanakan menjadi 3 tahap yaitu *Analyze, Design, dan Development*. Tahapan-tahapan tersebut dijadikan sebagai landasan dalam merancang dan mengembangkan Modul Pembelajaran.

Tahapan analisis (*Analyze*) yang pertama akan dilihat pada kurikulum dan materi yang akan dibahas. Analisis kurikulum akan dilihat pada silabus yang dikeluarkan oleh Kementerian Pendidikan Nasional kurikulum 2013 tidak dilakukan pengembangan tetapi hanya dilakukan rekonstruksi dan penyempurnaan terhadap beberapa aspek tertentu. Tahap kedua yaitu tahap analisis materi pembelajaran. Menganalisis silabus mata pelajaran biologi dilakukan dengan menganalisis instruksional Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD) yang tercantum pada Silabus dan Rencana Pembelajaran (RPP) biologi SMA. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan ditemukan KD yang sesuai yaitu KD 3.10 dan KD 4.10.

Tahap perancangan (*Design*) modul yang dirancang sesuai dengan kurikulum yang dipilih yaitu Kurikulum 2013. Materi yang dipilih untuk dikembangkan menjadi modul adalah Bioteknologi. Pada materi pokok tersebut, sub materi produk bioteknologi konvensional dipilih sebagai materi yang cocok, hal tersebut berdasarkan dengan hasil penelitian. Pengembangan RPP pada kompetensi dasar yang akan dikembangkan menggunakan model pembelajaran PBL (*Problem Based Learning*) yang didalamnya juga tertuang langkah-langkah pendekatan saintifik yang dituntut dalam kurikulum 2013. Desain Modul Pembelajaran merupakan hasil modifikasi peneliti dari format modul Kemendikbud (2015) dan hasil penelitian Nurlinda (2015).

Tahap pengembangan (*development*) merupakan tahap dimana modul mulai dibuat. Proses pengembangan dilakukan oleh peneliti dan akan dinilai oleh validator modul yang telah ditetapkan. Modul pembelajaran telah dilakukan beberapa kali revisi menghasilkan draft yang siap untuk divalidasi oleh validator yang terdiri dari 4 validator yang terdiri dari 1 Dosen merupakan ahli materi, 1 Dosen ahli pendidikan dan 2 Guru biologi SMA/MA.

Berdasarkan hasil penilaian validator terhadap 5 aspek penilaian dari validasi modul pembelajaran pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Rata-Rata Penilaian Validator Terhadap 5 Aspek Modul Pembelajaran *Nata de Soya* dengan Pemberian Air Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*).

Aspek Penilaian	Aspek				Total Skor	Kategori Validasi
	V1	V2	V3	V4		
Kelayakan Isi	4,0	4,5	4,8	4,8	4,5	Sangat Valid
Kebahasaan	4,0	4,0	4,5	5,0	4,4	Sangat Valid
Aspek Kepraktisan	3,0	5,0	4,0	5,0	4,3	Sangat Valid
Sajian	3,8	4,0	4,6	4,8	4,3	Sangat Valid
Kegrafisan	3,8	4,3	5,0	4,5	4,4	Sangat Valid
Rata-Rata					4,4	Sangat Valid

Keterangan: V1 (Dosen Ahli Materi), V2 (Dosen Ahli Pendidikan) V3 dan V4 (Guru Biologi SMA/MA)

Berdasarkan hasil penilaian validator terhadap 5 aspek penilaian dilihat bahwa hasil validasi rata-rata modul pembelajaran adalah 4,4 dengan kategori sangat valid dan dari total skor pada 5 aspek penilaian adalah berkisar 4,3 – 4,4 dengan kategori sangat valid. Kategori sangat valid menandakan bahwa modul yang dibuat dapat digunakan dalam proses pembelajaran. Menurut Eko Putro Widoyoko, (2012) Suatu kategori dikatakan valid apabila berada pada rentang rata-rata antara 3,4 – 4,1 dan dikatakan sangat valid apabila berada pada rentang rata-rata antara 4,2 – 5,0.

Penilaian validator dari aspek kelayakan isi dapat dilihat pada tabel 2 dengan rata-rata penilaian 4,5 dengan kategori sangat valid dan dapat digunakan. Materi modul telah sesuai dengan materi bioteknologi dan modul pembelajaran sudah sesuai isi dengan pokok bahasan, kebenaran substansi konsep materi dalam modul sesuai dari aspek keilmuan. Materi telah sesuai dengan Kompetensi Inti, Kompetensi Dasar, dan penilaian dibidang kognitif, afektif dan psikomotor dan sesuai dengan kebutuhan siswa, kebutuhan bahan ajar, kebermanfaatan dalam menambah wawasan pengetahuan serta kesesuaian modul dengan nilai-nilai, moral dan sosial.

Penilaian validator pada aspek kebahasaan dapat dilihat pada tabel 2 rata-rata penilaian 4,4 dengan kategori sangat valid dan dapat digunakan. Pada aspek kebahasaan modul pembelajaran telah sesuai dalam segi kebahasaan, kalimat yang digunakan mudah dipahami, kejelasan informasi, penggunaan bahasa indonesia yang sesuai kaedah serta penggunaan bahasa secara efektif dan efisien.

Hasil penilaian validator dapat dilihat pada tabel 2 pada aspek kepraktisan rata-rata penilaian 4,3 dengan kategori sangat valid dan dapat digunakan. Pada aspek kepraktisan modul pembelajaran telah sesuai dalam hal membantu siswa belajar secara mandiri. Sebagaimana menurut Kemendikbud (2015) bahwa modul adalah bahan ajar yang dirancang untuk dapat dipelajari secara mandiri oleh peserta didik yang berisi materi, metode, batasan-batasan, dan cara mengevaluasi yang disajikan secara sistematis dan menarik untuk mencapai tingkatan kompetensi yang diharapkan sesuai dengan tingkat kompleksitasnya.

Hasil penilaian validator dapat dilihat pada tabel 2 pada Aspek sajian rata-rata penilaian 4,3 dengan kategori sangat valid dan dapat digunakan. Penilaian pada urutan penyajian modul termasuk baik, modul pembelajaran telah sesuai dalam hal kejelasan tujuan, pemberian motivasi, interaktivitas serta kelengkapan informasi. Hasil penilaian validator dapat dilihat pada tabel 2 pada Aspek kegrafisan total skor penilaian 4,4

dengan kategori sangat valid dan dapat digunakan. penilaian modul pembelajaran telah sesuai dalam hal penggunaan font, layout, ilustrasi, grafis serta desain tampilan.

Penilaian validator pada aspek secara keseluruhan rata-rata skor dari validator adalah 4,3 dengan kategori **sangat valid** dan dapat digunakan. Penilaian validator pada modul pembelajaran secara umum adalah modul pembelajaran dapat digunakan dengan revisi yang sedikit. Perbaikan yang disarankan oleh validator dapat dirincikan untuk membantu menyempurnakan Modul Pembelajaran yang telah dikembangkan.

Saran-saran tersebut antara lain:

1. Sistematika materi dirapikan dan lengkapi dengan rubrik penilaian
2. Penambahan konsep biologi, peta konsep materi bioteknologi dan lengkapi panduan penggunaan modul dengan informasi pendukung.
3. Penambahan gambar dan ilustrasi lebih menarik dan kesesuaian proposional gambar pada modul.

Berdasarkan saran-saran yang telah diberikan validator, maka peneliti melakukan revisi terhadap Modul Pembelajaran ini guna penyempurnaan Modul Pembelajaran yang telah dikembangkan. Modul Pembelajaran yang telah dikembangkan dapat digunakan dan diimplementasikan dalam proses pembelajaran Biologi kelas XII SMA.

SIMPULAN DAN REKOMENDASI

Simpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Pemberian Air jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) berpengaruh terhadap ketebalan, kadar serat kasar, keasaman (pH) dan organoleptik dari *nata de soya*.
2. Kualitas *nata de soya* terbaik diperoleh pada konsentrasi air jeruk nipis 2% dengan ketebalan 0,93 cm, kadar serat kasar 1,98%, pH 4,23, dan uji organoleptik terbaik pada tekstur dan warna.
3. Modul Pembelajaran dapat diimplementasikan pada mata pelajaran Biologi kelas XII SMA pokok pembahasan materi Bioteknologi sub materi produk bioteknologi Konvensional dengan penilaian oleh validator yaitu 4,3 (sangat valid).

Rekomendasi

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan direkomendasikan :

1. Perlunya dilakukan penelitian pengembangbiakan starter dari limbah cair tahu murni secara bertahap untuk mengadaptasi starter bakteri dengan pencampuran limbah cair tahu dengan air kelapa secara berskala hingga terbetuk starter limbah cair tahu berkualitas bagus.
2. Perlu dilakukan penelitian serupa dengan membedakan konsentrasi sumber karbon (sukrosa) atau pencampuran air limbah tahu dengan air kelapa untuk mendapatkan kualitas yang lebih baik dalam pembuatan *nata de soya*.

3. Diharapkan Modul Pembelajaran pada mata pelajaran Biologi kelas XII SMA materi Bioteknologi dengan sub materi produk bioteknologi Konvensional dapat dilanjutkan pada tahap implementasi dan Evaluasi sesuai dengan pengembangan pembelajaran *ADDIE*.

DAFTAR PUSTAKA

- Anhar Fajrien Iryandi, Yusuf Hendrawan, Nur Komar. 2014. Pengaruh Penambahan Air Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) dan Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik *Nata de Soya*. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*. 1 (1): 8-15. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Andra Tamimi, Sumardi HS, Yusuf Hendrawan. 2015. Pengaruh Penambahan Sukrosa Dan Urea Terhadap Karakteristik *Nata de Soya* Asam Jeruk Nipis. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*. 3. 1-10.
- Chandra Satya Pujiarga, Bambang Dwi Argo, Bambang Susilo. 2015. Pengaruh Suhu dan Lama Pengeringan Terhadap Kualitas Kertas Berbahan Baku *Nata de Soya*. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*. 3: 163-171.
- Dick, W., Carey, L. and Carey, J.O. 2005. *The Systematic Design of Instruction*. Pearson. Boston.
- Elga Marvianie, Yulianti Pratama dan Salafudi. 2014. Fermentasi Sampah Buah Nanas Menggunakan Sistem Kontinu dengan Bantuan Bakteri *Acetobacter xylinum*. *Jurnal Institut Teknologi Nasional*. 1 (2):1-11. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Intenas. Bandung.
- Eko Putro Widoyoko. 2012. *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Fithri Choirun Nisa. 2002. Penurunan Tingkat Pencemaran Limbah Cair (Whey) Tahu pada Produksi *Nata de Soya* (Kajian Waktu Inkubasi). *Jurnal Teknologi Pertanian*. 3 (2): 93-97. Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Malang.
- Kemendikbud. 2015. *Pedoman Penyusunan Modul Diklat Pengembangan Keprofesian berkelanjutan Bagi Guru dan Tenaga Kependidikan*. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jendral Guru dan Tenaga Kependidikan. Jakarta.
- Saragih, Y. P. 2004. *Pembuatan Nata de Coco*. Puspa Swarsa. Jakarta.